



Der Wald vertrocknet

Letztes Jahr erschien in diesem Heft bereits ein Artikel „Waldsterben 2.0?“ über das Wüten des Borkenkäfers (Buchdrucker) in der Fichte und über bedenkliche Trockenschäden bei weiteren Baumarten in anderen Regionen. Auch dieses Jahr war wieder viel zu warm und brachte weniger Niederschlag als normal. Die Schäden durch Borkenkäfer haben, wie erwartet, stark zugenommen. Anblicke wie in Abbildung 1 werden wohl noch häufiger werden.

Inzwischen sind etwa 40 % der Fichtenbestände im Nationalpark abgestorben, und es wird sicher noch mehr, denn der Borkenkäferbefall erreichte dieses Jahr ein nie dagewesenes Ausmaß – Abb. 3 gibt eine Vorstellung davon. Deutschlandweit übersteigt die Schadholzmenge das Volumen der normalen Holzernte. Das heißt, dass selbst unter besten Bedingungen gar nicht genügend Technik und Personal vorhanden wäre, alle absterbenden Bäume aus den Wäldern zu holen. In einem Nationalpark ist das auch nicht gewollt.

Die Sächsische Schweiz ist dabei nicht einmal der Schwerpunkt des Befalls. Bilder wie im Harz wird es zum Glück hier nicht geben, denn der Umbau zum Mischwald wird in der Sächsischen Schweiz nicht nur im Nationalpark schon seit Jahrzehnten forciert. Abb. 2 gibt eine Vorstellung davon, wie es woanders aussieht.

Nun liest man gelegentlich: Es sieht zwar nicht schön aus, aber es beschleunigt den dringend nötigen Umbau hin zu einem widerstandsfähigen Mischwald. Das stimmt und stimmt auch wieder nicht. Dazu unten mehr. Für die Besucher des Gebietes hat die Kalamität erst einmal unange-



Abb. 1: Flächendeckende Borkenkäferschäden, ein Blick vom Kleinen Winterberg in Richtung Kleiner Zschand



Abb. 2: An den Hängen des Brockens ist der gesamte Wald tot.

Buchdrucker-Befallsholz [m³] im Gesamtwald inkl. NLP-Ruhebereich (unvollständig)

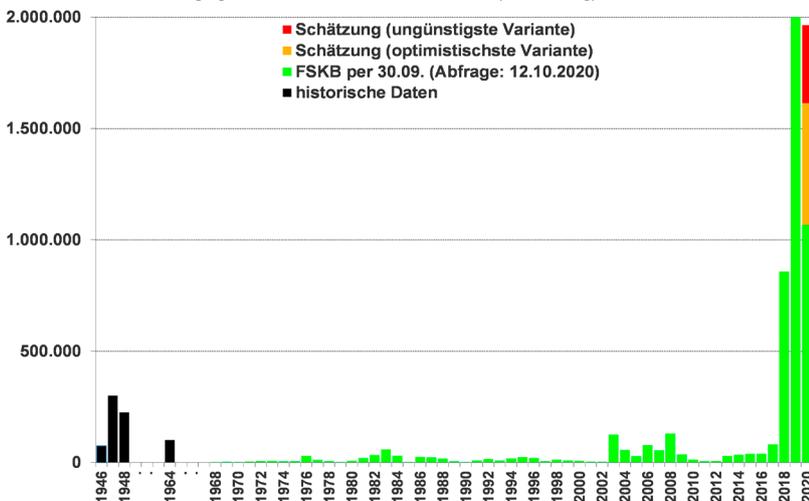


Abb. 3: Schadholzmenge durch Borkenkäfer seit dem 2. Weltkrieg bis heute (Quelle: Sachsenforst/Franz Matschulla)

nehme Folgen: Manche Wanderwege werden zeitweilig gesperrt werden müssen (man spricht von einigen Jahren), weil die Kronen toter Bäume abbrechen und es dann selbst für Waldarbeiter zu gefährlich wird. In diesem Jahr betraf das den Königsweg zwischen Kleinem Winterberg und Bloßstock sowie den Reitsteig unterhalb der Thorwalder Wände. Auf letzterem konnte der Autor schon im April 2019 keine lebende Fichte mehr entdecken (Abb. 4), und für Kenner des Weges ist klar, dass eine Beräumung sehr schwierig wird.

Und auch Steuerzahler wie Autofahrer trifft es: Tote Fichten drohten von den Steilhängen z.B. unterhalb des Arnsteins und zwischen Beuthenfall und Neumannmühle auf die Kirnitz-

schtalstraße zu stürzen. Man musste sie im Frühjahr in einer aufwändigen, wochenlangen Aktion mit Hilfe eines 70 m hohen Kranes von den Hängen bergen, was die Vollsperrung der Straße bedeutete.

Solche Beschränkungen wird es weiterhin geben, doch das ist einzusehen und nicht zu vermeiden. Die Fichten werden großflächig bis auf Ausnahmen absterben und neuem Leben Platz machen. Damit könnte dieser Artikel eigentlich schließen. Leider ist das Problem viel umfangreicher.

Zu kurz gedacht

Man las, dass die Fichten-Borkenkäfer in ihrem Hunger vereinzelt sogar Kiefern und Lärchen befallen. Auch gibt es auf die beiden Baumarten spezialisierte Borkenkäfer-Arten. Zu sehen war für den Laien erst einmal wenig davon. Der Autor schrieb im letzten Jahr an dieser Stelle erstaunt über abgestorbene Hänge im Elbtal oberhalb von Děčín.

Dieses Jahr zeigen sich dem aufmerksamen Beobachter auch in der Sächsischen Schweiz erste, beunruhigende Schadbilder, so wie z.B. die roten Kiefern unterhalb der Bastei (Abb. 5), die teilweise 200 Jahre alt gewesen sein sollen. Solche abgestorbenen Bäume finden sich noch relativ vereinzelt, und Schäden fallen nicht so auf wie bei den Fichten. Doch ihre Zahl nimmt offenbar schnell zu. Das kann man im Müglitztal un-

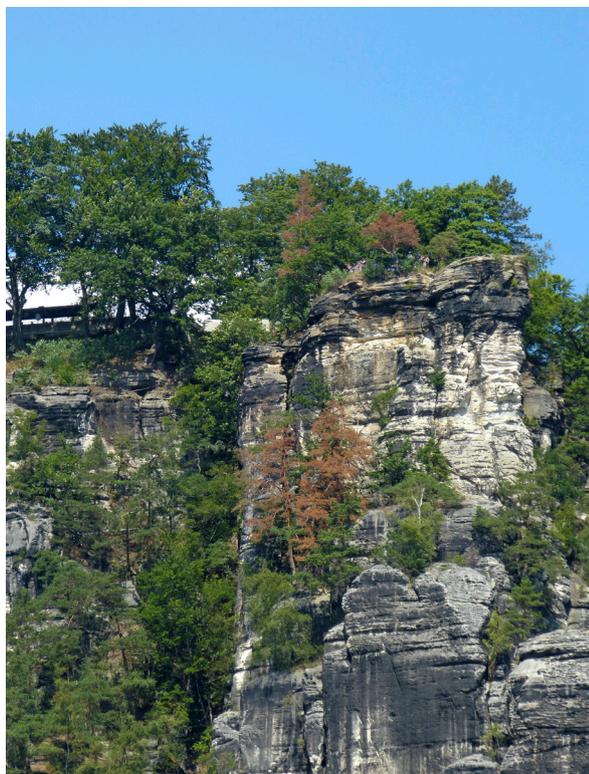


Abb. 5: Markante tote Kiefern unterhalb der Bastei (2020)



Abb. 4: Toter Wald am Reitsteig in den Thorwalder Wänden

terhalb von Schlottwitz beobachten, an den Borsberghängen bei Dresden, in der Dresdner Heide oder auf dem Tolkewitzer Friedhof und schon krass etwas weiter nördlich, z.B. im Pfeifholz bei Ortrand an der Grenze zu Brandenburg.

Man könnte einen „Kollateralschaden“ durch den Buchdrucker vermuten (der gefürchtete Diplodia-Pilz kommt eher nicht in Frage), doch offenbar sind die Ursachen schlicht und einfach: Trockenheit und Hitze. Das verwundert, schließlich wächst die Kiefer mit ihrer langen Pfahlwurzel selbst in der märkischen Streusandbüchse. Aber wenn die Pfahlwurzel nicht auf Wasser stößt, reagiert die Pflanze empfindlich. Das zeigte sich im Thaya-Tal in Österreich oder auch in Franken. Dort ergaben Forschungen, das es sich um Trockenschäden handelt. Auf dem Rauensteingrat hingegen konnte der Autor noch keine roten Kiefern entdecken: In dieser extrem trockenen Gegend haben sie mit ihren Wurzeln wohl jedes noch so kleine Fleckchen feuchter Erde „ertastet“.

Die Kiefer ist eigentlich eine Baumart des hohen Nordens und kommt weder mit übermäßiger Hitze noch mit zu warmen Wintern zurecht. Noch sind die Schäden vereinzelt, doch sie nahmen 2020 eindeutig zu, und anscheinend standen sie bisher nicht im Mittelpunkt des Interesses.

Laubbäume kommen besser mit der Trockenheit zurecht. Sie können bei Stress Blätter abwerfen und sogar, wie die Eiche, neu austreiben, wenn es nicht zu spät im Jahr ist. Wer aber aus der S-Bahn bei Obervogelgesang genauer auf die gegenüberliegenden Hänge schaut, wird zahlreiche tote Birken erkennen. Wie das? Die Birke ist doch eine unverwüsthliche Pionierpflanze? Oder sind die alle schon alt? Keinesfalls; offenbar betrifft das nur Birken in Gesellschaft mit anderen Baumarten. Sie verlieren vermutlich den Konkurrenzkampf um das Wasser. Das ist gut im Gottliebatal zwischen Rottwerndorf und Neundorf zu beobachten: tote Birken an den Hängen, vitale im Birkenhain an der Straße. Wir brauchen uns sicherlich keine Sorgen um den Fortbestand der Birken zu machen. Aber sie könnten als Indikator für kritische Trockenheit dienen.

Das Phänomen ist keineswegs lokal: Im Elm bei Braunschweig tritt es ebenso auf, und auch die roten Kiefern gibt es dort auf der Asse. Und natürlich tote Fichten überall. Auch diese Gegend gilt als ausgewiesene Dürrezone.

Dem Autor fiel auf, dass fast alle Ahornbäume an Straßen Trockenschäden zeigen (braune Blattränder). Keine Täuschung: Im Großen Garten von Dresden gibt es mittlerweile derart viele Schäden an Ahornbäumen, dass man überlegt, einen kleinen Harvester (Forstertemaschine) einzusetzen, weil es mit herkömmlichen Methoden nicht mehr zu schaffen ist.

Schließlich unternahm der Autor im August einen „Forstspaziergang“ durch die trockenen, südseitigen Wälder des Borsbergs bei Dresden, weil diese aus der Ferne leicht bräunlich erschienen. Das Ergebnis war erschreckend: Bereits am Anfang (an der Pillnitzer Ruine) waren überall abgestorbene Buchen im Wald versteckt, die restlichen warfen bereits im Sommer ihre Blätter ab. Das war schon im trockenen Jahr 2018 so. Fast jede Baumart erschien geschädigt, was man aus der Ferne nicht sieht. Mit Ausnahme des einen Feldahorns, der in Sachsen aber selten vorkommt und extreme Trockenheit verträgt. An ihm waren alle Blätter grün.

Wird das Schadeschehen im Laubholz im Vergleich zur heftigen Betriebsamkeit bei der Borkenkäferbekämpfung im Nadelholz unterschätzt? In einer Information des Sachsenforstes an alle sächsischen Waldbesitzer heißt es bereits im Februar dieses Jahres: „Durch die Trockenheit der beiden letzten Jahre ist es auch beim Laubholz zu Absterbeerscheinungen und einer Besiedlung durch Schadinsekten gekommen.“ Dass die Buchen im Nationalpark Hainich in Thüringen zu erheblichen Teilen abgestorben sind, weil ihre Feinwurzeln vertrockneten, war schon im SSI-Heft 36 zu lesen. Außerdem verdunsten alte Buchen mehr und vertrocknen daher schneller. Obendrein haben sie in ihrer feuchteren Vergangenheit die Wurzelballen anders ausgebildet. Auch wenn es Streit darüber gibt, ob diese Buchenwälder wirklich so natürlich sind wie behauptet, so zeigt das doch, dass wir uns auch auf die Buche nicht „verlassen“ können. Sie ist mindestens ebenso empfindlich wie andere Baumarten.

Kurzum: Der Blick nur auf tote Fichten zeigt nicht, was wirklich los ist. Und das alles scheint sogar noch wenig erforscht zu sein.

Ursachenforschung

Der Schadstoffeintrag spielt hier vermutlich nur eine Nebenrolle. Dabei handelt es sich meist um Stickstoffverbindungen als Nährstoffe in Oberflächennähe (60 % aus Verkehr, 40 % aus Verbrennung), wodurch sich die Wurzeln mehr an der Oberfläche konzentrieren und die Bäume anfälliger für Trockenperioden werden.

Der entscheidende Faktor ist jedoch der Klimawandel (nicht einfach das Wetter). Der momentane Zustand ist dramatisch: Allein die zwei aufeinanderfolgenden Dürresommer 2018 und 2019 sind ein Ereignis, das es in den letzten 250 Jahren nicht gegeben hat (Abb. 6). Dabei war auch der Sommer 2020 etwa 2 Grad wärmer als in der Vergleichsperiode 1961-90. Das sind keine kurzfristigen Wetterkapriolen, wie Klimaforscher betonen. Von den zehn wärmsten Jahren bis 2019 lagen acht im letzten Jahrzehnt. Die

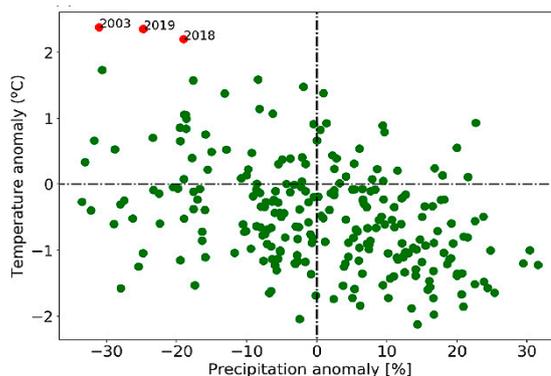


Abb. 6: Temperatur-Niederschlags-Diagramm der letzten 250 Jahre (https://www.researchgate.net/publication/343481405_Increased_future_occurrences_of_the_exceptional_2018-2019_Central_European_drought_under_global_warming)

Wissenschaftler sind vorsichtig mit ihren Prognosen, aber die bisherige Entwicklung sollte auch beim unbefangenen Beobachter die Alarmglocken schrillen lassen.

Einher mit der globalen und lokalen Erwärmung geht der zunehmende Wassermangel. Hin und wieder wird anhand von Niederschlagsdiagrammen behauptet, dass zwar wenig Regen gefallen sei, aber doch genügend Wasser für viele Pflanzen. Auch das ist zu kurz gedacht. Es ist ein himmelweiter Unterschied zwischen Starkregen und Landregen. Vom Starkregen fließen oft 50 % in die Flüsse ab, ohne im ausgetrockneten Boden versickern zu können. Noch mehr macht sich der Schneemangel im Winter bemerkbar. Vor allem die Schneeschmelze durchfeuchtet die tieferen Bodenschichten, in denen jedoch seit Jahren extreme Dürre herrscht, eben auch für Pfahlwurzeln von Kiefern. Und nicht zuletzt wird oft die mit dem Temperaturanstieg einhergehende höhere Verdunstung vergessen, die den Wassermangel weiter verschärft.

So kann es durchaus sein, dass einzelne, kräftige Regengüsse die Wiesen ergrünen lassen, die Bäume dabei jedoch absterben. Von der Feuchtigkeit an der Oberfläche leben Pflanzen sozusagen von der Hand in den Mund. Das können unsere Bäume offensichtlich nicht.

Ist Prozessschutz die Lösung?

Aus dem vorigen wird klar, wie unklug Kahlschläge bei zunehmender Erwärmung und Austrocknung sind: Jungpflanzen kommen mit ihren Wurzeln noch nicht an tiefere, wasserführende Schichten, wenn der schützende Wald um sie herum fehlt. Außerdem sind sie ungeschützt dem Wildverbiss ausgesetzt, zumindest beim derzeitigen Umfang geschädigter Flächen.

Überlässt man die Natur sich selbst, wie z.B. im

Borkenkäferwald auf dem Reitsteig an der Einmündung des Lehnsteigs geschehen (Schmilkaer Gebiet), so begrünte sie sich bisher erstaunlich schnell wieder. Und dieses Grün weist eine Vielfalt an räumlichen Strukturen, lichtliebenden Birken, Weiden, aber auch schon jungen Buchen und Eichen auf, die es in dem vorangegangenen Fichtenforst nicht gab. Das nennt man Sukzession und führt idealerweise zur Rückkehr der für einen Standort typischen Pflanzen-, Tier- und Pilzgesellschaften. Im Nationalpark herrschen günstige Bedingungen, weil durch die Vielfalt des Reliefs viele Bereiche existieren, die schon in der Vergangenheit nicht oder nur zurückhaltend bewirtschaftet wurden. Dadurch bilden verstreut liegende Inseln mit alten Buchen, Eichen und weiteren Arten, aber auch Einzelbäume wertvolle Quellen für die Ausbreitung von Samen. Ob daraus Wälder erwachsen, die dem Idealbild von Wildnis entsprechen, wird die Zukunft zeigen.

Das beschriebene Regenieren nach Schäden muss jedoch nicht für die Zukunft gelten, denn die Temperaturen steigen immer weiter. Die Geschwindigkeit der Veränderungen setzt ein riesiges Fragezeichen hinter die Auffassung, dass die „Selbstheilungskräfte der Natur“ allein auch automatisch zu Wäldern führen, welche die vielfältigen Ansprüche in einer dicht besiedelten Kulturlandschaft erfüllen. Angedeutet wurde diese Fra-

ge auch schon im letzten Heft („Wald nach der Fichte“).

Damit nicht genug: Es gibt auch bei „konstantem“ Klima nicht immer den „natürlichen Zustand, der sich von allein einstellt“. Ein Beispiel ist der Heideberg bei Gröden, eine der höchsten Erhebungen Brandenburgs. Dort versuchte der Besitzer um 1850, die Heidelandschaft durch Kiefernwald zu ersetzen, was ihm eine Dürre verteilte. Der zweite Versuch gelang. Ein Kiefernforst steht dort noch heute. Es gibt also mindestens zwei stabile Zustände: Heidelandschaft und Kiefernwald, letzterer vielleicht mit leichter, ständiger Nachhilfe durch den Menschen.

Es ist also nicht klar, wie der Zustand sein wird, der sich ohne unser Zutun nach dem Absterben eines Waldes einstellen wird. Ein lichter Trockenwald mit niedrigen Bäumen hätte ungleich weniger Rückwirkung auf Klima und Wasserhaushalt als der jetzige.

Gerade für das Gebiet des Nationalparks mit seinen vielen verschiedenen lokalen Klimata und komplexer Topographie dürfte es sehr schwierig sein vorherzusagen, wohin die Reise geht. Wie wird der Wald dort in 30 Jahren aussehen? Wir wissen es nicht.

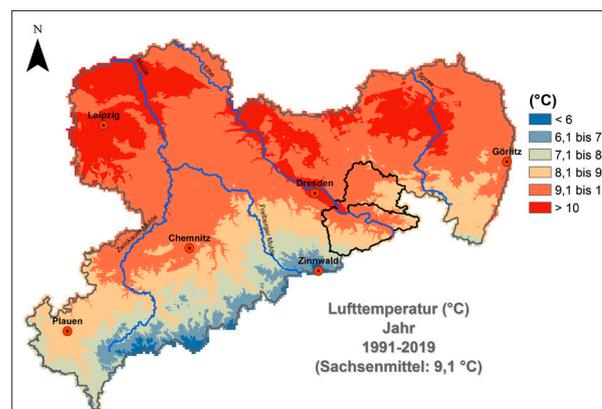
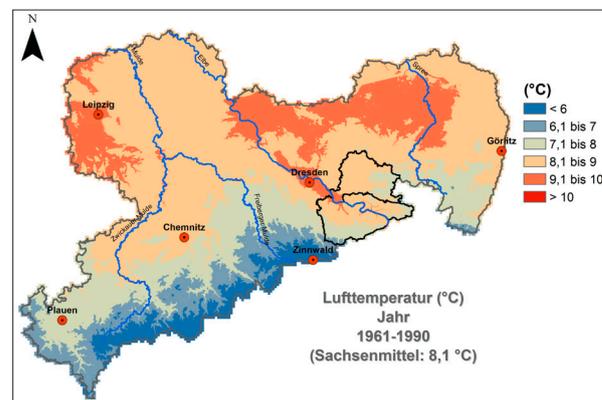
Dr. Reinhard Wobst

Grundzüge der Klimaentwicklung in der Sächsischen Schweiz

Das Klimasystem besteht aus mehreren Komponenten, deren Wechselwirkungen auf unterschiedlichen Zeit- und Raumskalen stattfinden. Somit ergeben sich das Klima und seine Änderungen aus der Überlagerung von Ursachen. Letztlich als Folge von Variationen im Strahlungshaushalt, die wiederum durch Änderungen in der Energiebilanz (Erwärmung der bodennahen Luft, Verdunstung) zum Ausdruck kommen. Über die Verdunstung ist der Energiehaushalt mit dem Wasserhaushalt verbunden. Letztlich ändert sich das Klima immer, die Frage ist nur in welchem Ausmaß pro Zeit!

Das erweiterte Klimagebiet um die Sächsische Schweiz unterliegt dem Einfluss der Mittelgebirge und befindet sich im Übergangsbereich von atlantisch zu kontinental geprägten Luftmassen. Darüber hinaus wird das Klima in der Sächsischen Schweiz auch durch die Landbedeckung (durch Vegetation) beeinflusst. In diesem Kontext ist die teilweise sehr starke und kleinräumige Geländegliederung ein Spezifikum (sog. „Kellerklima“).

Die Jahresmitteltemperatur in der Sächsischen Schweiz hat sich im Zeitraum 1991-2019 gegenüber 1961-1990 um +0,9 K erhöht. Entsprechend der RCP-Szenarien zur Entwicklung der Treibhausgaskonzentration in der Luft bis 2100 (RCP: representative concentration pathways) ist davon auszugehen, dass sich die kontinuierliche Erwärmung bis zum Ende des laufenden Jahrhunderts mit einer Bandbreite von ca. +1,5 K (RCP-Szenario 2.6) bis ca. +5 K (RCP-Szenario 8.5)



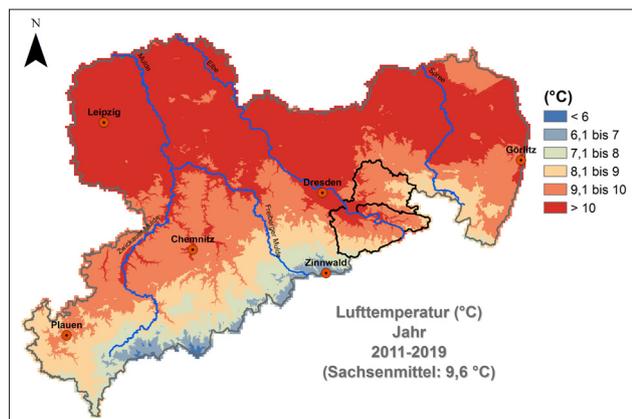
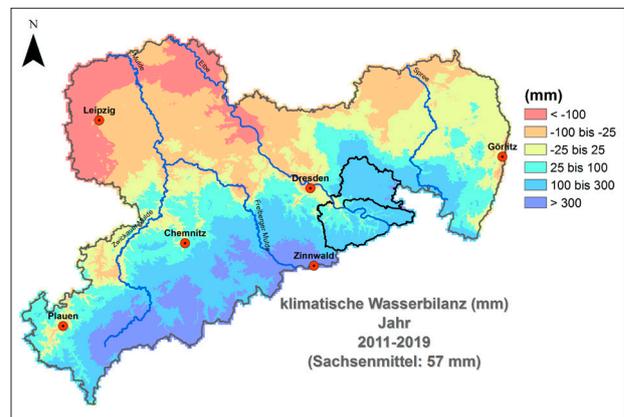
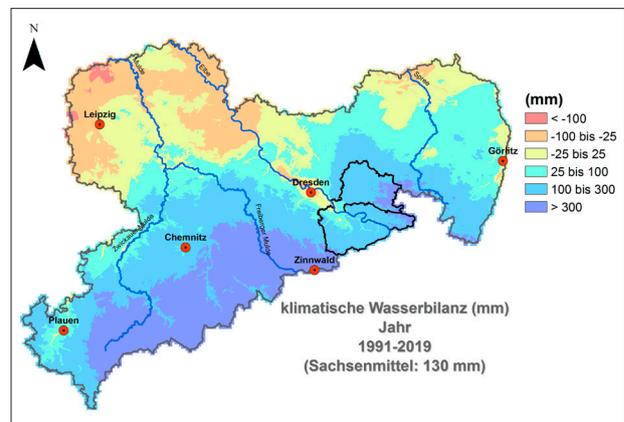
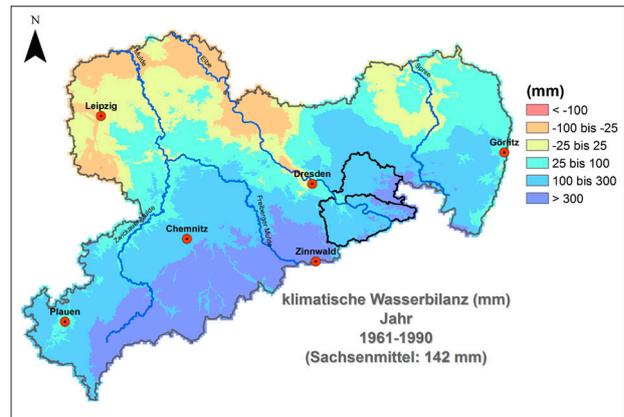
fortsetzt. Dabei liegt das gegenwärtig erreichte Temperaturniveau (2011-2019) bereits bei ca. +1,3 K. Die letzten aufeinanderfolgenden 29 Jahreszeiten (bis einschließlich Sommer 2020) waren, mit zunehmenden graduellen Abweichungen, alle wärmer als ihre Referenz 1961-1990. Somit ist es der längste zusammenhängende Zeitraum seit 1881. Ausdruck der erhöhten Wärmebelastung im Sommerhalbjahr ist ein um ca. 35 % vermehrtes Auftreten von Sommertagen (Tagesmaximum >25°C). Die mittlere Anzahl von Frosttagen (Tagesminimum <0°C) hat um etwa 10 % abgenommen.

Die Atmosphäre kann pro Grad Erwärmung immerhin 7 % mehr Wasserdampf aufnehmen. Das hat fundamentale Bedeutung für das Klimasystem. Die vom Menschen verursachten Emissionen von Treibhausgasen (Kohlendioxid, Methan, Lachgas u.a.) erhöhen die Temperatur der Atmosphäre, was einen höheren Wasserdampfgehalt zur Folge hat. Dieser wirkt als natürliches Treibhausgas auf die Temperatur zurück und verstärkt somit die Treibhauswirkung der anthropogenen Treibhausgase (sog. positiver Rückkopplungseffekt). Darüber hinaus hat der Grad der Erwärmung grundlegenden Einfluss auf die Wolken- und letztlich Niederschlagsbildung, wobei von Wolken auch ein Strahlungseffekt auf das Klima ausgeht. Der Netto-Strahlungseffekt ergibt sich aus erwärmendem Treibhauseffekt (bei hohen Wolken dominierend) und abkühlendem Albedo-Effekt (bei niedrigen Wolken dominierend).

Vor dem Hintergrund eines zunehmend wärmeren Temperaturregimes stellt sich die Frage nach Änderungen im Niederschlagsverhalten.

In der Sächsischen Schweiz geht die um 0,9 K erhöhte **Jahresmitteltemperatur** mit einer Zunahme des mittleren Jahresniederschlages um 4 % (1991-2019 gegenüber dem Referenzwert 1961-1990) einher.

Das gegenwärtige Niveau (2011-2019) im mittleren **Jahresniederschlag** entspricht in etwa dem Referenzwert. Von wesentlich höherer Bedeutung ist allerdings die innerjährliche Verteilung der mittleren Niederschlagssummen und auch, in welcher Art der Niederschlag fällt. Mit ca. 230 mm waren die mittleren Niederschlagssummen in den Vegetationsperioden I (April, Mai, Juni) und II (Juli, August, Septem-



ber) des Referenzzeitraumes 1961-1990 in etwa gleich. Im Vergleichszeitraum 1991-2019 erfolgte hier eine Abnahme von 10 % in der Vegetationsperiode I und eine Zunahme von 12 % in der Vegetationsperiode II.

Gegenüber dem Referenzzeitraum 1961-1990 war im Vergleichszeitraum 1991-2015 ca. 70 % der Sächsischen Schweiz von Zunahmen im jährlichen Auftreten von **Starkregeneignissen** und deren mittlerer Intensität (hier sogar weitgehend flächendeckend) betroffen. Entscheidend dafür sind die beobachtete starke und weitgehend flächendeckende Zunahme von Starkniederschlägen in den Sommermonaten. Hieraus ergibt sich ein deutlicher Hinweis auf die

Intensivierung des konvektiven Starkregengeschehens, was Untersuchungen zum allgemeinen Konvektionspotential in den Sommerhalbjahren (April bis September) der Jahre 2001 bis 2016 für Sachsen bereits bestätigt haben. Darüber hinaus erhöht sich auch die Regenmenge von Starkregenereignissen aus feuchtegesättigten Luftmassen um 7 % pro Grad Erwärmung. Letztlich bedeuten die Änderungen im Starkregenverhalten, dass mittlere Niederschlagssummen einen zunehmend höheren Starkregenanteil aufweisen. Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass länger andauernde niederschlagsarme bzw. -freie Witterungsabschnitte von Starkregenereignissen unterbrochen werden, was sich wiederum auf die Abflusseigenschaften der Bodenoberfläche auswirkt und zu mehr schnellabfließendem Oberflächenwasser führt.

Ergänzend sei noch erwähnt, dass der Niederschlag bei höheren Temperaturen im Winter eher als Regen denn als Schnee fällt bzw. die Schneedecke einen höheren Flüssigwassergehalt aufweist und somit höhere Schneelasten beispielsweise auf Waldbestände zur Folge hat.

In der Sächsischen Schweiz führten die um 0,9 K erhöhte Jahresmitteltemperatur und die um 10 % erhöhte mittlere Anzahl der jährlichen Sonnenstunden zu einer Zunahme der mittleren jährlichen potentiellen **Verdunstung** (auch Sättigungsdefizit der Atmosphäre) um 10 % (1991-2019 gegenüber 1961-1990). Das gegenwärtige Niveau (2011-2019) liegt um 13 % über dem Referenzwert.

Die klimatische Wasserbilanz ergibt sich aus der Differenz von Niederschlag und potentieller Verdunstung und bezeichnet somit das potentielle Wasserdargebot. Die mittlere jährliche klimatische Wasserbilanz in der Sächsischen Schweiz hat sich um 13 % (1991-2019 gegenüber 1961-1990) verschlechtert, wohingegen das Defizit des letzten Jahrzehnts (2011-2019) sogar -32 % beträgt! Die Verschlechterung des potentiellen Wasserdargebotes fand insbesondere während der Vegetationszeit (April bis September) statt. Das langjährige Defizit betrug hier -20 % (Zeitraum von 1991-2019 gegenüber 1961-1990) und im Zeitraum von 2011-2019 immerhin -47 %!

Besonderheit der gegenwärtigen Situation

Seit Herbst 2013 traten in den Jahreszeiten bis einschließlich Sommer 2020 vermehrt atmosphärische Bedingungen auf, die den Aufbau bzw. die Ausprägung von Trockenheit in Sachsen begünstigen. So baute sich von November 2017 bis August 2020 ein kumulatives Niederschlagsdefizit von -22 % (ca. 520 l/m²) gegenüber dem Zeitraum 1961-1990 in der Sächsischen Schweiz auf.

Aus den weitreichenden und noch anhängigen Folgen leitet sich die Frage nach der Besonderheit der gegenwärtigen Situation gegenüber früher aufgetretenen Niederschlagsdefiziten ab. Aufgrund des sehr hohen thermischen Niveaus (+2,2 K gegenüber 1961-1990) und des sehr großen Strah-

lungsüberschusses (+25 % gegenüber 1961-1990) erhöhte sich die potentielle Verdunstung im genannten Zeitraum um 20 % (ca. 350 l/m²) gegenüber 1961-1990. Auf diese enorme atmosphärische Sogwirkung reagiert die Landoberfläche mit der tatsächlichen Verdunstung. Das hat sehr hohe Verdunstungsraten von Wasserflächen und bei anhaltenden Niederschlagsdefiziten eine weitgreifende Ausschöpfung des Bodenwassers bis in tiefere Schichten zur Folge.

Hinzu kommt, dass Wassermangel die tatsächliche Verdunstung unterdrückt und sich somit die bodennahe Luft zusätzlich erwärmt. Kritisch ist, dass über kurzfristige Niederschlagsüberschüsse keine Kompensation erreicht werden kann. Für das System Boden-Pflanze-Atmosphäre stellt das gleichzeitige und anhaltende Auftreten (Einwirkzeit!) von Temperatur- und Niederschlagsextremen besondere Risiken mit weitreichenden Folgen dar.

Ergebnisse

- Die hohe natürliche Variabilität in der regionalen Klimaentwicklung ist zunehmend von einem Erwärmungstrend überlagert, was komplexe Auswirkungen zur Folge hat.
- Das Risiko im Auftreten witterungsbedingter Extreme hat sich erhöht, auch deren gleichzeitiges und/oder länger anhaltendes Auftreten.
- Die Änderungen im Temperatur- und Niederschlagsregime begünstigen zunehmend den Aufbau bzw. die Ausprägung von Trockenheit. Hierbei treten längerfristige Niederschlagsdefizite und kurzfristige -überschüsse gleichzeitig auf; verstärken hohe Temperaturen die Wirkung eines Niederschlagsdefizites, infolge der Verdunstung; schreitet die gemessene Temperaturentwicklung im Vergleich zur projizierten schneller voran.

Zur Bewältigung der Herausforderung Klimawandel empfiehlt sich eine solide Doppelstrategie der Art „Das Unbeherrschbare vermeiden und das Unvermeidbare beherrschen!“ (zit. Hans Joachim Schellnhuber). Dies bedeutet unter dem Motto „Global Denken und Lokal Handeln“ ein aktives und gleichzeitiges Betreiben von Klimaschutz und Anpassung an die Folgen. Zur Anpassung ist die Etablierung eines intelligenten Wassermanagements von zentraler Bedeutung, das die Überführung des potentiellen in ein nutzbares Wasserdargebot zum Ziel hat und ein nachhaltiges Landmanagement als Baustein einschließt. Letzteres zielt auf den Wasserrückhalt im Landschaftswasserhaushalt durch Landschaftselemente und nachhaltige Flächenbewirtschaftung ab.

**Dr. Johannes Franke,
Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie**